

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

SONIA I. PATERNINA JARAMILLO

**Monografía presentada para optar al título de Ingeniero
Electricista**

DIRECTOR

ENRIQUE VANEGAS CASADIEGO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2008

Artículo 107

La Universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad de los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena D.T. y C, **Enero de 2008**

Cartagena D. T. Y C., **Enero de 2008**

Señores

COMITÉ CURRICULAR

Programa de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica De Bolívar

La ciudad

Respetados señores:

Con toda atención me dirijo a ustedes con el fin de presentarles a su consideración, estudio y aprobación la monografía titulada “**REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE**” como requisito para optar al título de Ingeniera Electricista.

Atentamente

SONIA ISABEL PATERNINA JARAMILLO
c.c.: 32.936.223

Señores

COMITÉ CURRICULAR

Programa de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica De Bolívar

La ciudad

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada “***REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE***” para su estudio y evaluación la cual fue realizada por la estudiante SONIA ISABEL PATERNINA JARAMILLO, de la cual soy su director.

Atentamente,

ING. ENRIQUE VANEGAS CASADIEGO

AUTORIZACIÓN

Yo SONIA ISABEL PATERNINA JARAMILLO, identificada con la cedula de ciudadanía número 32.936.223 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, para hacer uso de mi monografía y publicarla en el catalogo on-line de la biblioteca

SONIA ISABEL PATERNINA JARAMILLO
c.c.: 32.936.223

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. DESCRIPCIÓN GENERAL	12
2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL PROYECTO	13
3. METODOLOGIA DE INSPECCIÓN	15
4. ANALISIS DE PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO.....	16
4.1. ACOMETIDA GENERAL	16
4.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.....	17
4.2.1. Calculo del Transformador.....	17
4.2.2. Calculo Malla de Tierra	18
4.2.3. Calculo Corto Circuito	20
4.3. ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN	21
4.3.1. Blindobarra	24
4.3.2. Instalaciones Internas	25
4.4. SISTEMA DE APANTALLAMIENTO	26
5. VISITA EN TERRENO.....	29
6. CONCLUSIONES.....	47
7. REFERENCIAS.....	48
8. ANEXOS.....	49
8.1. DETALLE GENERAL DE LA ACOMETIDA	49
8.2. DIAGRAMA UNIFILAR.....	50
8.3. DIAGRAMA VERTICAL.....	51
8.4. APANTALLAMIENTO FACHADA POSTERIOR.....	52
8.5. APANTALLAMIENTO FACHADA LATERAL DERECHA	53
8.6. APANTALLAMIENTO VISTA EN PLANTA UBICACIÓN	54
8.7. CUADRO DE CARGA.....	55

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

8.8.	UBICACIÓN MALLA PUESTA A TIERRA.....	60
8.9.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 1	61
8.10.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 2	62
8.11.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 3	63
8.12.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 4	64
8.13.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 5	65
8.14.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 5-A.....	66
8.15.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 6	67
8.16.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 7	68
8.17.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 8-11 Y 17-20	69
8.18.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 12	70
8.19.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 13 Y 15.....	71
8.20.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 14	72
8.21.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 16	73
8.22.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 20-23 Y 25-26	74
8.23.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 24	75
8.24.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 27	76
8.25.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 28	77
8.26.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 29	78
8.27.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 30	79
8.28.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 31	80
8.29.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 32	81
8.30.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PISO 33	82

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Localización Edificio Horizontes	12
Figura 2. Detalle Red de Distribución	16
Figura 3. Forma de la Malla.....	19
Tabla 1. Calculo de acometidas	23
Figura 4. Unión Monobloque	25
Tabla 2. Niveles de Protección.....	26
Figura 5. Método de la esfera rodante	27
Figura 6. Área de protección de un terminal.....	27
Figura 7. Sistema de Apantallamiento Fachada Frontal.....	28

1. INTRODUCCIÓN

“La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la fiabilidad y calidad de los productos, la compatibilidad de los equipos y su adecuada utilización y mantenimiento.”⁴

“En cumplimiento del Artículo 2° de la Constitución Nacional, les corresponde a las autoridades de la República proteger a todas las personas residentes en Colombia en su vida, honra y bienes. En tal sentido el Ministerio de Minas y Energía como máxima autoridad en materia energética, debe adoptar las normas y reglamentos técnicos orientados a garantizar la protección de la vida de las personas contra los riesgos que puedan provenir de los bienes y servicios relacionados con el sector a su cargo.”¹ Por esta razón el ministerio de Minas y Energía reúne los preceptos esenciales para garantizar la seguridad y los condesa todos en El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el cual entra en vigencia el 1° de mayo de 2005, siendo este de carácter obligatorio para todos, volviéndose así la nueva realidad en la vida profesional de todo Ingeniero Electricista.

El objeto fundamental del RETIE es “establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos”⁴

Este trabajo pretende evaluar al contratista León Hernández y Cia en el cumplimiento del RETIE en una de sus obras, como una pequeña muestra para observar la posición de los contratista de la ciudad de Cartagena de Indias frente al cumplimiento de las Normas.

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

Para lograr lo anterior se realiza un trabajo completo de inspección de acuerdo con la última versión del RETIE, en el edificio Horizonte, ubicado en Bocagrande, Cartagena de Indias, que consta de una revisión del diseño eléctrico del edificio de acuerdo a la norma NTC 2050, la verificación el uso de productos certificados.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

El caso de estudio es el diseño y construcción del edificio HORIZONTES ubicado en Bocagrande Cra 1 # 10 -138 de la ciudad de Cartagena de Indias. El siguiente es el plano de ubicación.

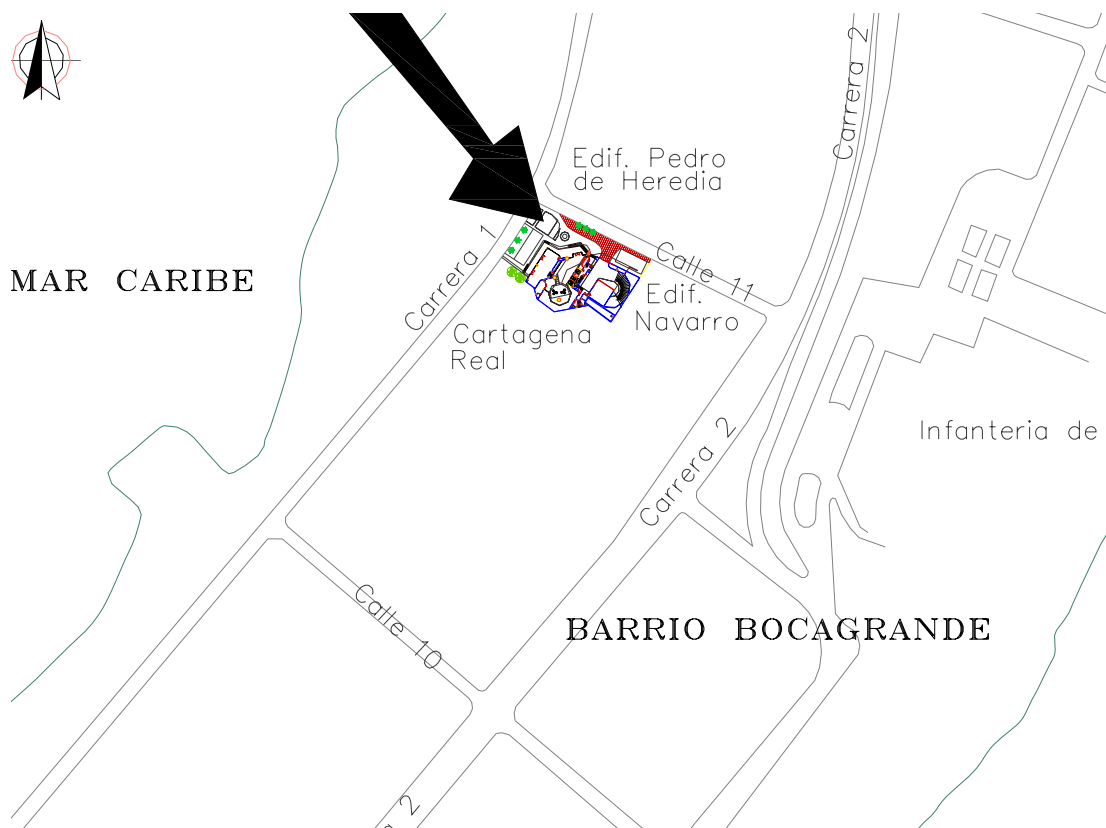


Figura 1. Localización Edificio Horizontes

Las características de esta edificación son:

- Uso: residencial
- Pisos: 32
- Número de apartamentos: 48
- Número de parqueaderos: 91

- Altura total: 111 mts
- Área de construcción: 12.441 mts²

La edificación posee cinco (5) tipos de apartamentos de dos y tres alcobas, con áreas de 103/ 115/ 116/ 120m², zona social ubicada en el séptimo piso con amplia piscina panorámica climatizada para adultos y niños, solarium, baño turco, barbacoa, juegos infantiles y salón de eventos. Aire acondicionado central en todos los apartamentos, lobby y salón de eventos. Tres ascensores de alta velocidad, uno doble puerta. Accesos controlados independientes de bañistas y vehículos, vigilancia permanente con circuito cerrado y planta de emergencia de suplencia total.

2.1. Descripción Del Sistema Eléctrico Del Proyecto

La derivación en media tensión se hará desde el poste ubicado en la carrera 1° frente al lote en construcción en la misma acera. La estructura donde se montarán las protecciones de la acometida subterránea de media tensión será la existente.

La subestación será de tipo local comprenderá: transformador tipo pad-mounted en Bóveda, celda de transferencia automática en baja tensión, celda de baja tensión para zonas comunes con macro medidor, y celda para corrección del factor de potencia. El sistema tendrá medidor totalizador por el lado de baja tensión y medidores individuales por apartamento ubicados en los gabinetes de piso.

El proyecto abarca:

- Construcción de las instalaciones eléctricas en el primer y sexto piso para la zona social denominados como áreas comunes y del segundo al quinto piso como parqueaderos, incluyen salidas para luces, salidas para tomacorrientes,

salidas para tomacorrientes especiales 220v., salidas para control de puertas eléctricas, tableros multibreaker.

- Construcción de las acometidas de baja tensión para la alimentación de los tableros de ascensores, tablero de bombas y equipos, tableros de alumbrado general, ubicados en áreas comunes, en cada uno de los apartamentos, y en el área social.
- Construcción de las instalaciones eléctricas en todos los apartamentos que incluyen salidas para luces, salidas para tomacorrientes, salidas para ventilador de techo, instalación tableros multibreaker de acuerdo a los planos anexos.
- Suministro e instalación de los tableros multibreaker con sus protecciones para el accionamiento de las bombas de agua, piscina, contra incendio, ascensores y equipo hidroneumático, tableros de alumbrado general y los tableros de los apartamentos.
- Suministro e instalación de los arrancadores directos de línea, y los arrancadores estrella triangulo que se necesitan para el encendido de las bombas.
- Construcción de un sistema de puesta a tierra, como se indica en los planos anexos. Estará ubicado en el suelo de la subestación eléctrica.

Para la protección del edificio contra las descargas atmosféricas deberá suministrarse e instalarse en la azotea del edificio, un sistema que está comprendido por:

- Un pararrayo
- Una malla a tierra para el sistema de descargas atmosféricas.
- Soportes para el montaje del pararrayo.
- Tendido de conductor en cobre desnudo para conectarlo a su malla a tierra.

3. METODOLOGIA DE INSPECCIÓN

Se realiza una inspección de la instalación con base a los criterios establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Luego de analizar los planos y la información técnica de la instalación se realiza una inspección visual de la instalación eléctrica, por muestreo; con este fin se clasifican los componentes o sistemas de la instalación eléctrica a revisar en únicos o en repetitivos.

En los sistemas o componentes únicos se realiza una revisión completa, mientras que en los repetitivos se revisaran por muestreo.

De acuerdo a la anterior se realiza revisión completa a:

- Acometida general en media tensión a 13.200V
- Subestación eléctrica.
- Acometidas en baja tensión a cada apartamento.
- Acometidas en baja tensión a ascensores bombas, servicios generales.
- Pararrayos.

Y se realiza revisión por muestreo a:

- Tableros de distribución de cada tipo de apartamento.
- Tableros de distribución en áreas comunes.
- Instalaciones internas de luces y tomacorrientes de cada tipo de apartamento.
- Instalaciones internas de luces y tomacorrientes de áreas comunes.

4. ANALISIS DE PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

4.1. Acometida General

Esta acometida se extiende desde el poste más cercano de la red de distribución de la empresa de energía hasta las subestación eléctrica del edificio.

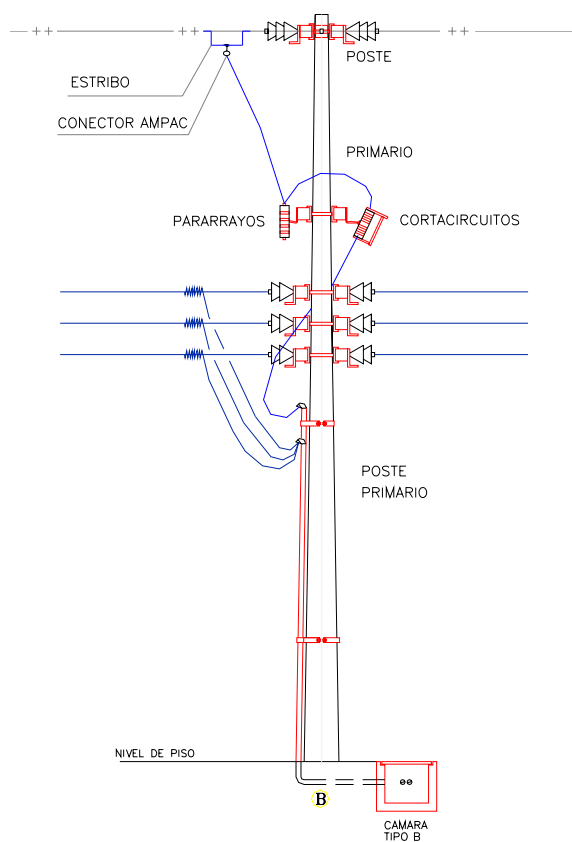


Figura 2. Detalle Red de Distribución

La acometida general es subterránea trifásica a un nivel de voltaje de 13.200V en tubería conduit PVC de 3" con 3 conductores de cobre No 2 AWG con aislamiento para 15.000V.

4.2. Subestación Eléctrica

La capacidad de la subestación eléctrica es de 500 KVA, posee un transformador tipo pad-mounted de 500 KVA 13200/208-127V en Bóveda, una celda de transferencia automática en baja tensión a 1600 A.

4.2.1. Calculo del Transformador

Demanda Máxima:

Bomba de aguas al 100%	=	22.380x1.0	=	22.380 w
Equipo hidrogeno. Al 100%	=	3.730x1.0	=	3.730 w
Equipo piscina al 100%	=	4.476x1.0	=	4.476 w
Ascensores al 100%	=	30.000x1.0	=	30.000 w

Aires Acondicionados

Al 100% (4.000x48)	=	192.000x1.0	=	192.000 w
Al 50% (2.000x48)	=	96.000x0.5	=	48.000 w
Al 25% (2.000x76)	=	152.000x0.25	=	38.000 w

Primeros 3kw Al 100%	=	3.000x1.0	=	3.000 W
Entre 3kw-120kw al 35%	=	120.000x0.35	=	42.000 w
sobre 120kw al 25%	=	234.100x0.25	=	58.525 w

Total Demanda Máxima 442.111 W

Capacidad Del Transformador

$$KVA = \frac{442.111}{0.9}$$

$$KVA = 491.234,44$$

Se escoge un transformador Trifásico de 500 KVA 13.200/208-127, 4H, 60 Hz en aceite

El cálculo de la demanda de los aires acondicionados se realiza de acorde al artículo 220-15 NTC 2050. "Las cargas de calefacción eléctrica fija de ambiente se deben calcular al 100% de la carga total conectada"¹. La demanda de alumbrado general y pequeños artefactos se realiza de acuerdo a la tabla 220-11 de la NTC 2050.

Para la selección de la planta de emergencia, se trabajara al 100% de los KVA demandados, se utilizara un totalizador de 3 x 1600 A.

- Potencia 500 KVA 3 Φ
- Tensión 220/127 V
- Frecuencia 60 Hz
- Arranque automático.

4.2.2. Calculo Malla de Tierra

Sección del Conductor

$$AREA = \frac{I_{ASC}}{\sqrt{\frac{\log\left(\frac{450^\circ - 40^\circ}{234^\circ - 40^\circ} + 1\right)}{33 \times 0.2}}} = \frac{40660A}{0.24535 \text{ A/C.M.}} = 165720.8 \text{ C.M.}$$

Conductor seleccionado: 4/0 AWG Cu-D. con 200000 C.M.

Longitud de la Malla de Tierra

$$L = \frac{Km \times Ki \times \rho \times I_{ASC} \times \sqrt{T}}{165 + 0.25 \rho_S}$$

Donde:

$$I_{ASC} = 40660^a$$

$$T_m = 450^\circ$$

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

$$T_a = 40^\circ$$

$$\rho = 30 \Omega/\text{m}$$

$$\rho_s = 2000 \Omega/\text{m}$$

$$T = 0.2 \text{ seg}$$

$$A_m = \text{Ancho de la Malla} = 7.32 \text{ m}$$

$$D = \text{Distancia entre conductores} = 3.66 \text{ m}$$

$$h = \text{Profundidad de la Malla} = 0.8 \text{ m}$$

$$d = \text{Diámetro del conductor} = 0.0134 \text{ m}$$

$$K_i = 0.65 + 0.172 \times \left| \frac{A_m}{D} + 1 \right| = 1.175$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln \left| \frac{D^2}{16h \times d} \right| + \frac{1}{\pi} \ln \left| \frac{3}{4} \times \frac{5}{6} \times \frac{7}{8} \right| = 0.468$$

$$\Rightarrow L = 58.08 \text{ m}$$

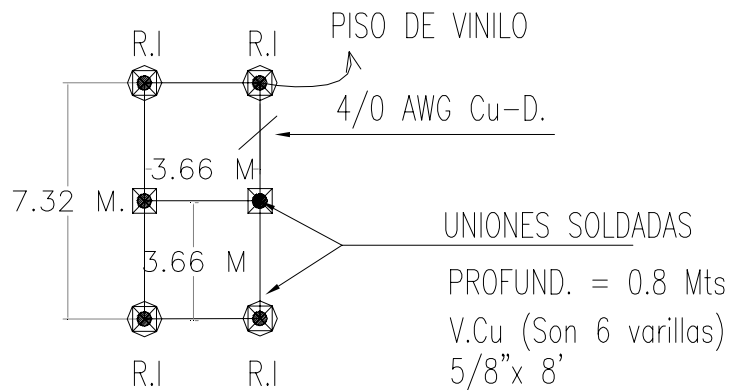


Figura 3. Forma de la Malla

Resistencia de la Malla

$$R_m = \rho \left(\frac{1}{4\sqrt{\frac{A}{\pi}}} + \frac{1}{L} \right) = 0.55 \Omega \leq 5.0 \Omega$$

Donde: $A = \text{Área Real} = 39.24 \text{ m}^2$

$L = \text{Longitud Real} = 58.08 \text{ m}$

- Debe tratarse el terreno para mantener condiciones húmedas y garantizar un $\rho=30\Omega/\text{m}$
- Debe garantizarse un $R \leq 5.0 \Omega$ en todos los puntos de puesta a tierra
- La interventoría verificara la malla a tierra
- El piso de la subestación debe ser de caucho o vinilo para un $\rho_S = 2000\Omega/\text{m}$

4.2.3. Calculo Corto Circuito

$$I_{cc} = 8 \text{ KA}$$

$$V_{Base} = 13.2 \text{ KV}$$

$$\text{KVA Base} = 500 \text{ KVA}$$

$$\text{KVAcc} = \sqrt{3} \times I_{cc} \times V_{Base} = \sqrt{3} \times 8\text{KA} \times 13.2\text{KV} = 182904.5\text{KVA}$$

$$Z_{cc} = \frac{\text{KVA Base}}{\text{KVAcc}} = \frac{500\text{KVA}}{182904.5\text{KVA}} = 2.73 \times 10^{-3} \text{ P.U.}$$

$$Z_{tr} = 0.04 \text{ P.U.}$$

$$Z_{TOTAL} = Z_{cc} + Z_{tr} = 2.73 \times 10^{-3} + 0.04 = 4.27 \times 10^{-2} \text{ P.U.}$$

$$I_{cc} = \frac{1}{4.27 \times 10^{-2}} = 23.42 \text{ P.U.}$$

$$I_{base(sec)} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 208} = 1388.89 \text{ A}$$

$$I_{ASC} = 1.25 \times I_{cc} \text{ P.U.} \times I_{base(sec)} = 1.25 \times 23.42 \text{ P.U.} \times 1388.89 \text{ A} = 40660 \text{ A}$$

4.3. Acometidas En Baja Tensión

A continuación se muestran los cálculos eléctricos tipos que se realizaron para el diseño del Proyecto EDIFICIO HORIZONTES.

$$i = \frac{p}{v}$$

$$I = \frac{500000}{360} \frac{w}{v} = 1388.8 \text{ A}$$

Una vez calculada la corriente nominal del Transformador, se procede a buscar el calibre necesario para la acometida que alimentará el tablero general; para ello se usará la siguiente formula:

$$S = \frac{68.16 \times I \times L}{\Delta V}$$

Donde:

S: Sección Del Conductor

I: Intensidad Máxima Admisible del Conductor

L: Longitud del Tramo de línea

ΔV : Caída de Tensión

Con los datos del Proyecto tenemos:

$$S = \frac{68.16 \times 1543.21 \times 15}{4.16}$$

$$S = \frac{1577777.9}{4.16}$$

$$S = 379273.5 \text{ CMil}$$

Con este valor se búscale conductor adecuado en la tabla Capacidad Conductora en Amperios y se selecciona e que tenga el valor inmediatamente superior al obtenido.

De acuerdo a la tabla 310-16 de la NTC 2050 se selecciona el conductor 500 MCM con 500.000 CMil. Debido a que este conductor, solamente soporta 430 A se realiza un paralelo de 4 líneas por fase con el fin de obtener una capacidad de corriente de 1720 A según lo permitido en el artículo 310-4 de la NTC 2050.

Una vez seleccionado el conductor, se procede a revisar que cumpla con las exigencias por la entidad reguladora de la energía. Para ello evaluamos la caída de tensión y la regulación que no deben sobrepasar los 6v y el 3% respectivamente; de la siguiente manera:

respectivamente; de la siguiente manera: $\Delta v = \frac{68.16 \times I_{\max} \times L}{S}$ si el sistema es

trifásico y $\Delta v = \frac{78.8 \times I_{\max} \times L}{S}$ si el sistema es monofásico, para la caída de

tensión y $R\% = \frac{\Delta v \times 100}{v}$, para la regulación

Utilizando los datos del proyecto Tenemos:

$$\Delta v = \frac{68.16 \times 1543.21 \times 15}{2.000.000}$$

$$\Delta v = \frac{1577777.9}{2.000.000}$$

$$\Delta v = 0.79 \text{ v}$$

Como la caída de tensión es inferior a 6v procedemos a calcular el porcentaje de la regulación:

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

$$R\% = \frac{0.79 \times 100}{208}$$

$$R\% = 0.4$$

Como ambos valores cumplen con la norma; la acometida de baja tensión desde el transformador hasta el tablero general estará dada por: 12#500 MCM +4#350 MCM + 4#1/0 AWG – THHW en un ducto de 4 Φ 3" PVC. El calculo del conductor de neutro esta acorde con la sección 20-22 y el del conductor de tierra con la tabla 250-94 de a NTC 2050.

De esta misma manera se procedió para el cálculo de las acometidas de los tableros de servicios generales y los de los apartamentos, todos de acuerdo a lo establecido en la norma, la información se puede resumir en la siguiente tabla:

TABLERO	CARGA	AMPERIOS	DISTANCIA	SECCION CM	SECCION TABLA CM	ACOMETIDA	TUBERIA	% REG	CAIDA DE TENSION	REGULACION %	PROTECCION
T-LC1	7.300	20	70	23.257	105.500	3#1/0+1#2+1#6 AWG	2"	0,44	1	0.44	3x70
T-LC2	13.700	38	50	31.176	66.370	3#2+1#4+1#8 AWG	1-1/2"	0,94	2	0.94	3x70
T-Sg1	13.620	38	60	37.193	66.370	3#2+1#4+1#8 AWG	1-1/2"	1,12	2	1.12	3x70
T-Sg2	33.800	94	25	38.458	41.740	3#4+1#6+1#8	1-1/4"	1,84	4	1.84	3x100
T-Sg3	51.120	142	20	46.532	105.500	3#1/0+1#2+1#6 AWG	2"	0,88	2	0.88	3x200
T-Sg4	13.500	38	10	6.144	41.740	3#4+1#4+1#8	1-1/4"	0,29	1	0.29	3x50
T-A	11.595	56	25	26.399	41.740	2#4+1#6+1#8	1-1/4"	1,26	3	1.26	2x100
T-B	15.215	73	25	34.640	41.740	2#4+1#6+1#8	1-1/4"	1,66	3	1.66	2x100
T-C	13.815	66	25	31.453	41.740	2#4+1#6+1#8	1-1/4"	1,51	3	1.51	2x100
T-D	21.790	105	25	49.610	66.370	2#2+1#4+1#8 AWG	1-1/2"	1,49	3	1.49	2x100
T-E	42.730	119	25	48.619	105.500	3#1/0+1#2+1#6 AWG	2"	0,92	2	0.92	3x150
T-F	20.500	57	25	23.325	66.370	3#2+1#4+1#8 AWG	1-1/2"	0,70	1	0.7	3x100
T-ASC	39.000	108	15	26.625	105.500	3#1/0+1#2+1#6 AWG	2"	0,50	1	0.5	3x200

Tabla 1. Calculo de acometidas

4.3.1. Blindobarra

El proyecto Edificio Horizontes se desarrollara con un sistema de Blindobarras tipo SC (SuperCompact), esta barra realizara el recorrido desde la transferencia ubicada en la subestación hasta el piso 32 a través del buitrón eléctrico. La primera caja de derivación se encuentra en el piso 8, de la cual se alimenta el gabinete de medidores que comprende 6 apartamentos (7,8,9) y el tablero del piso 6. A partir de aquí se encuentra una caja de derivación cada tres pisos (11,14,17,20,23,26,29,31).

Las Blindobarras son marca Zucchini de la línea SuperCompact. La envoltura externa de la SuperCompact es de lamina de acero zincada en caliente con un espesor de 1,5 mm y construida en modo tal que presenta características mecánicas, eléctricas y de disipación de calor. La estructura externa esta compuesta por cuatro perfiles de acero en forma de “C” mutuamente ensamblados mediante doblado y punzonado. La estructura es completamente cerrada (sin agujeros de ventilación) y garantiza por esto una total seguridad contra el contacto directo.

Las barras conductoras tienen una sección rectangular con los cantos redondeados y son fabricadas en cobre electrolítico. Las barras están aisladas independientemente con una funda de film de poliéster (espesor 0,20 mm) y son empaquetadas en sándwich en la estructura metálica

La unión eléctrica y mecánica de todos los elementos se realiza mediante un sistema de unión monobloque. Esta unión “monobloque” es un dispositivo que realiza varias funciones:

- Reduce al mínimo la resistencia eléctrica de la unión gracias a las placas de cobre tratado (1) y a una presión de contacto uniforme y constante (arandela de Belleville (2))

- Facilita la velocidad de instalación mediante el apriete de un tornillo de cabeza fusible que rompe al par de apriete adecuado ($c_n=85 \text{ Nm}$)
- Evita errores en la instalación por que hay un sentido de instalación obligada (4).

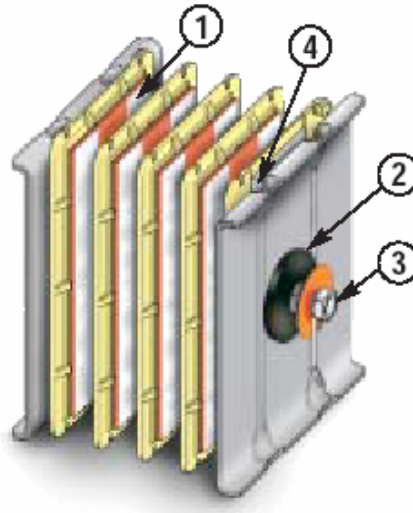


Figura 4. Unión Monobloque

Las uniones deben ser inspeccionables, por lo cual se han previsto puertas de inspección para tener acceso y medir periódicamente la temperatura; con lo cual se puede verificar que los puntos de contacto no excedan el límite tolerable.

4.3.2. Instalaciones Internas

La instalación eléctrica de los diferentes niveles del edificio mostrada en los anexos 8.6 al 8.27 correspondientes a los apartamentos, parqueaderos y zonas comunes, cumplen con los artículos contenidos en la sección 210 "circuito Ramales" de la NTC 2050.

En el anexo 8.4 se muestran los cuadros de carga de cada uno de los tableros tipo, el calibre del conductor y su respectiva protección están seleccionados de

acuerdo a la tabla 310-16 que dice que la protección contra sobrecorriente no debe superar los 20A para calibre #12 ni 30ª para #10.

4.4. Sistema de Apantallamiento

El sistema de protección contra rayos esta compuesto por tres elementos fundamentales, las terminales, los bajantes y la puesta tierra.

El método de protección pretende que los objetos a proteger sean menos atractivos a la descarga atmosférica que la terminal captadora, esto se logra determinado el radio de atracción que tiene un objeto frente a la descarga. Dicha distancia es función de la energía de rayo y por lo tanto de la corriente que este drenara. Así se formula la siguiente relación entre esta distancia y la magnitud de la descarga.

$$R = 10 * I^{0.65} \text{ (m)}$$

Con I en kA

La distancia es fijada por la normativa, según la eficiencia del sistema tal como se muestra en la siguiente tabla.

Nivel de Protección	Distancia R de atracción (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

Tabla 2. Niveles de Protección

Para determinar la ubicación de las terminales captadoras se utiliza el método de la esfera rodante "rolling sphere", esta esfera se hace rodar alrededor de la estructura a proteger y con ella se definen las zonas de protección.

El radio de la esfera viene determinado por el valor de la tabla anteriormente mostrada.

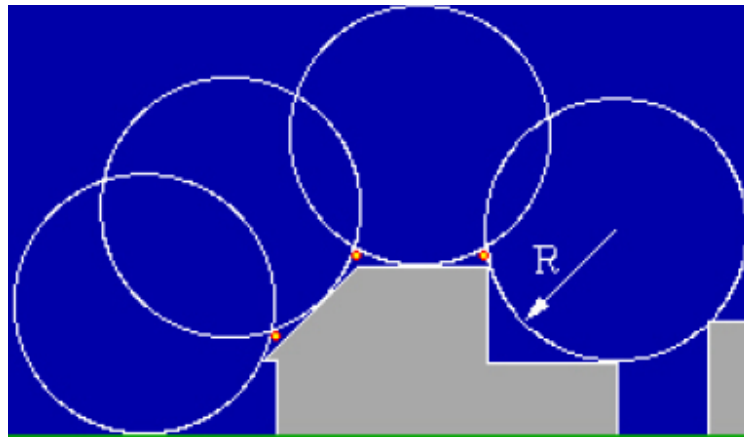


Figura 5. Método de la esfera rodante

Así para un terminal su área de protección sería como se indica en la siguiente figura

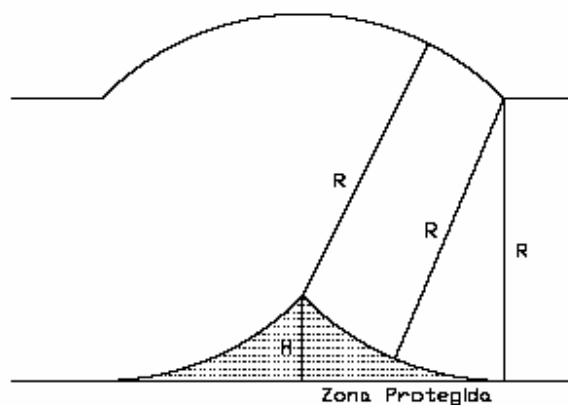


Figura 6. Área de protección de un terminal

Para el edificio Horizonte se escoge un nivel III de protección contra descargas atmosféricas por lo que el radio de la esfera rodante es de 45 m.

En la siguiente figura se muestra el diseño del apantallamiento para el edificio horizonte, en su vista frontal, las demás vista pueden ser observada en los anexos de este documento.

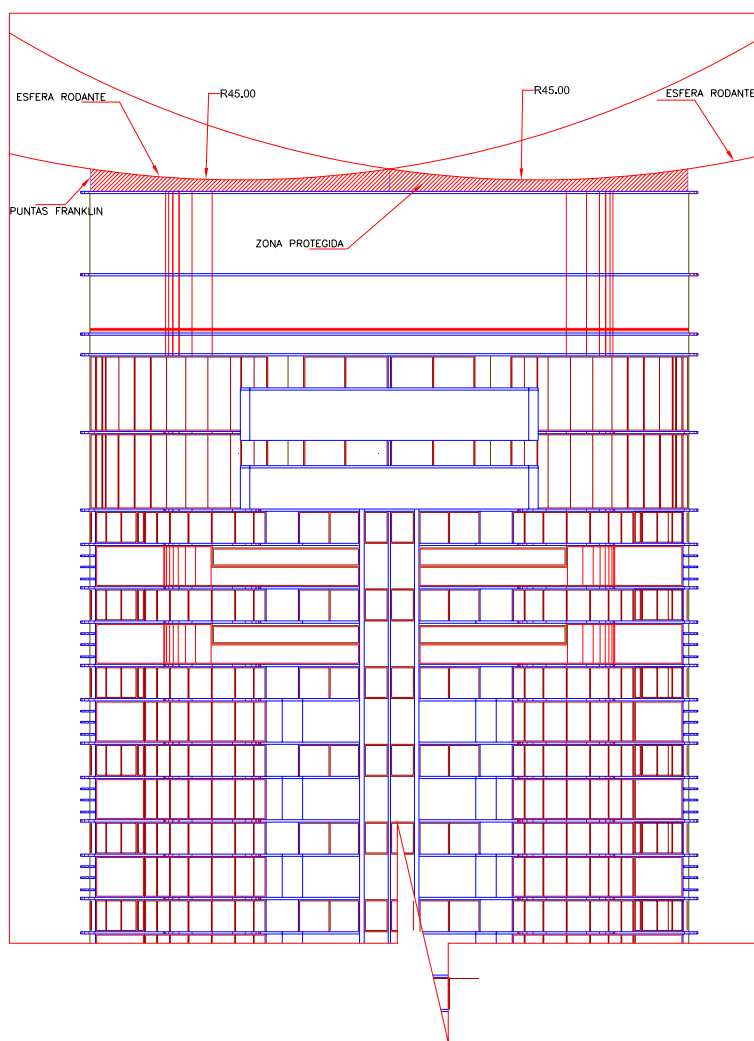


Figura 7. Sistema de Apantallamiento Fachada Frontal

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

5. VISITA EN TERRENO

ITEM	SUBTEMA	ASPECTO	Artículo RETIE	CUMPLE / NO CUMPLE	Observaciones - Ubicación de evidencia
1	Aspecto Generales				
	Declaración del Constructor	Verificar la declaración del constructor donde conste que se cumplió el RETIE	Art. 47 Numeral 8	C	
	Planos	Verificar la existencia de planos. Verificar que cuenten con cuadro de convenciones.	Art. 47, Numeral 8	C	Los planos definitivos aplican el SI, coinciden con la instalación y tienen lista de convenciones
		Verificar la aplicación del Sistema Internacional en todos los documentos.	Art. 9, Tabla 7	C	
		Verificar la coincidencia de la instalación construida con relación a los planos definitivos.	Art. 47, Numeral 8	C	
	Señalización de Seguridad	Verificar el código de colores para conductores aislados.	Art. 11, Num 4, Tabla 13	C	Circuitos identificados, se respeta el código de colores.
		Verificar identificación de los circuitos y tuberías	Art. 47, Numeral 8	C	
	Productos Eléctricos	Verificar la validez de los certificados de los productos instalados y la correspondencia con los exigidos en el RETIE	Art 2, Tabla 1	C	Los productos usados son certificados, pero de algunos no se posee el certificado.
		Verificar coincidencia de los productos instalados con los certificados de productos adjuntos por el cliente	Art. 47, Numeral 1, Art. 2 Tabla 1	C	
		Verificar que los productos instalados sean adecuados al uso previsto	Art. 47, Numeral 8	C	
	Sistemas de Protección	Verificar que los sistemas de protección de las instalaciones BT, impidan los efectos de las sobrecorrientes y sobretensiones y resguarden a sus usuarios.	Art. 40	C	
		Verificar la accesibilidad a todos los dispositivos de control y protección y ejecución de las conexiones	Art. 44 Tabla 48	C	Hay fácil acceso a los dispositivos

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

2	Subestaciones				
Ventilación, Humedad y Obstrucciones	En la sala y espacios donde haya sido instalado equipo eléctrico, verificar que estén suficientemente ventiladas y secas.	Art. 31	C	La subestación es espaciosa, seca y tiene ventilación.	
	Revisar las instalaciones de los transformadores en cuanto a una ventilación adecuada y su separación de paredes y obstrucciones.	450-9	C		
Soporte de Equipos	En las salas y espacios donde haya instalado equipo eléctrico, verificar que todo el equipo fijo este soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones de servicio.	Art. 31	C		
	Verificar que los muros metálicos que son utilizados para encerrar subestaciones, tengan una altura mínima de 2,50 metros y estén debidamente conectados a tierra.	Art. 30	C		
	En las subestaciones de distribución secundaria verificar que se asegure que una persona no puede acceder a las partes vivas del sistema.	Art. 38, Numeral 7	C		
Cerramientos	Verificar que las cubiertas y puertas no permitan el acceso a personal no calificado, al lugar donde se alojan los barrajes energizados	Art. 38 Numeral 7	C		
	En los espacios en los cuales se encuentran instalados los equipos de transformación, verificar que se forme un recinto que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado.	Art. 30	C	Equipos en recinto cerrado. Trafo en bóveda.	
Bóveda	Cuando un transformador requiera instalación en bóveda, verificar que haya sido construida con materiales que ofrezcan una resistencia al fuego mínimo de tres (3) horas.	450-41 a 450-48 Art. 17(10)	C	Posee puerta cortafuegos	
	Revisar las bóvedas de los transformadores en cuanto a su construcción, acceso, ventilación y drenaje adecuados, y a la presencias de sistemas extraños en las bóvedas	450-41 a 450-48 Art. 17(10)	C	Bóveda despejada, amplia y bien ventilada.	
Celdas-Subestaciones de media tensión tipo interior	Verificar que las puertas y las tapas de las celdas tengan un seguro para permanecer cerradas. Las piezas susceptibles de desprenderse deben estar firmemente aseguradas	Art. 38 Numeral 7	C		
Material de alto punto de ignición	En las salas y espacios donde haya sido instalado equipo eléctrico, verificar que la construcción sea en materiales de alto punto de ignición.	Art. 31	C	Cerramientos en concreto y puertas metálicas	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

Localización de subestaciones	Verificar que el local para las subestaciones dentro de edificaciones, este ubicado en un sitio de fácil acceso desde el exterior.	Art. 17 Numeral 10	C	amplio acceso a la subestación desde garaje trasero,
	Verificar que los transformadores refrigerados en aceite no estén instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios destinados a ocupación permanente de personas.	Art. 17 Numeral 10	C	La subestación esta ubicada en el 1 piso.
Acceso	Revisar que haya fácil acceso a los transformadores para su inspección y mantenimiento	450-13, Art. 17 (10)	C	Fácil acceso a la bóveda del trafo
Indicación-Subestaciones de media tensión tipo interior	Verificar que haya una indicación ligada directamente a la posición de los contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	Art. 38 Numeral 7	C	
Combustibles adyacentes y uso	Verificar en las zonas adyacentes a la subestación que no se almacenen combustible	Art. 17 Numeral 10	C	Combustible con la planta de emergencia. Subestación y bóveda limpias y despejadas
	En las salas donde haya sido instalado equipo eléctrico, verificar que las instalaciones estén libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no sean utilizadas para la reparación, fabricación o almacenamiento.	Art. 31	C	
Enclavamientos-subestaciones de medio tensión tipo interior	Verificar la existencia de los enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en la subestación.	Art. 38 Numeral 7	C	
	Para el caso de equipos fijos y extraíble, verificar que poseen los enclavamientos necesarios para evitar maniobras erróneas	Art. 38 Numeral 7	C	
Cruce de canalizaciones en subestaciones	Verificar que en la subestación no crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.	Art. 17 Numeral 10	C	
Señalización de seguridad	Verificar la señal de riesgo eléctrico en cada entrada de una subestación,	Art. 30	C	La entrada de la subestación esta debidamente señalizada
	Verificar que las subestaciones a nivel de piso, tengan una placa en la entrada con el símbolo de "Alta Tensión" y con puerta de acceso hacia la calle, preferiblemente.	Art. 17 Numeral 10	C	
Uso de transformadores	En transformadores de aceite de mas de 100kVA o interruptores de alto volumen de aceite, verificar la existencia de un foso o sumidero en el que se tengan varias capas de gravilla.	Art. 18	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

		Verificar que los transformadores con potencia igual o mayor a 100 kVA, ubicados al interior de la casa de máquinas estén instalados en celdas diseñadas con muros y puertas antiexplosión. Verificar que cada celda tenga un sistema automático de extinción del incendio y además un sistema de renovación de aire por medio de una unidad manejadora.	Art. 18	C	El transformador esta dentro de celda y puerta cortafuego
	Puesta a Tierra	Verificar que los transformadores sumergidos en aceite tengan un dispositivo de puesta a tierra para conectar solidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde a a la Tabla 37. Para transformadores de mayor potencia, el fabricante debe proveer dicho dispositivo con las características que requiera la operación del transformador.	Art. 17 Numeral 10	C	
	Protecciones	Verificar que se cuenta con protección contra sobrecorriente para los transformadores de 600V o menos, y que esta dimensionada apropiadamente.	450-3 (b)	C	La instalación posee las protecciones contra sobrecorriente necesarias
		Verificar que se brinda protección contra sobrecorriente para los conductores del primario del transformador	240-3, 240-21, 240-100	C	
		Verificar que se suministra protección contra sobrecorriente para los conductores del secundario del transformador.	240-3, 240-21(i), 240-100	C	
	Distancias de Seguridad	Verificar que las distancias de seguridad aplicadas en subestaciones cumplan los lineamientos expresados en las figuras 20, 20A y tabla 41 del RETIE	Art. 32	C	Las distancias de seguridad se respetan. No existen partes energizadas expuestas.
		Verificar que los cercos o paredes, estén colocados de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la figura 21 y el la tabla 41 A del RETIE.	Art. 32	C	
3	Distancias de Seguridad				
	Cruce de líneas y construcciones	Verificar las distancias verticales y horizontales en zonas con construcciones, en diferentes lugares y situaciones, y en vanos con cruce de líneas.	Art. 13, Tabla 15, 16 y 17	C	
	Cruce entre conductores	Verificar de las distancias horizontales y verticales entre los conductores sobre apoyos fijos.	Art. 13, Tabla 18(a) y 18(b)	C	
	Partes energizadas	Verificar las distancias mínimas de aproximación a partes energizadas de equipos.	Art. 13, Tabla 19 y Figura 9	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

4	Instalaciones de uso final				
	Construcción de las instalaciones	Verificar que las instalaciones hayan sido hechas de acuerdo con las instrucciones incluidas en la certificación o rotulado de los materiales y equipos.	90-7, 110-3(b), Art 17	C	
	Espacios de trabajo	Verificar espacios de trabajo, espacios dedicados y altura adecuados alrededor del equipo	110-16(a), (e) y (f)	C	Existe suficiente espacio de trabajo, poseen una iluminación adecuada y no se encuentran ocupado por elementos extraños
		Verificar que el espacio de trabajo y espacio dedicado no se utilizan para almacenamiento	110-16(b)	C	
		Revisar la suficiencia del acceso al espacio de trabajo	110-16(c)	C	
		Verificar que los espacios de trabajo tengan iluminación adecuada.	110-16(d)	C	
	Montaje de elementos	Verificar las aberturas no utilizadas hayan sido cerrada efectivamente	110-12(a)	C	
		Revisar en el equipo, que su montaje sea seguro y que el espacio de ventilación sea adecuado.	110-13	C	
		Revisar el uso apropiado y capacidades nominales de empalmes y terminaciones	110-14(a) y (b)	C	
	Instalación de cajas y otros elementos	Verificar la colocación de las cajas previstas para estar a nivel con las superficies terminadas combustibles y no combustibles.	370-20	C	Las cajas , placas, interruptores y tomacorrientes inspeccionados se encuentra bien instalados y a nivel con la superficie terminada
		Verificar que no haya aberturas alrededor de las cajas de salida en las paredes.	370-21	C	
		Verificar que tomacorrientes y placas estén colocados adecuadamente en las paredes.	410-56	C	
		Verificar que no haya espacios abiertos en las placas frontales de los paneles de distribución.	110-12	C	
		Verificar que las aberturas que no se empleen en las cajas y otros encerramientos estén cerradas.	110-12, 370-18, 373-5	C	
		Verificar que las capacidades nominales de los dispositivos sean compatibles con las capacidades nominales del circuito y de los equipos.	210-21, 210-24	C	
	Conectores	Verificar el uso adecuado de los conectores y accesorios y la protección de los cables.	300-15	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

	Pasamuros	Verificar que haya pasamuros o protección equivalente para los cables 4 AWG o mayores, que ingresen a cajas u otros encerramientos.	300-4(f), 370-42	C	
	Medios de desconexión	Verificar que haya medios de desconexión tanto en artefactos conectados en forma permanentes como en los conectados con cordón y clavija.	422(c)	C	
	Protecciones	Verificar que las capacidades nominales de interrupción sean adecuadas para las condiciones de la instalación.	110-9	C	Las protecciones instaladas se encuentran bien dimensionadas de acorde a la capacidad de los circuitos y del conductor.
		Verificar la compatibilidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente con los conductores (terminales, capacidades nominales y capacidades de corriente)	240-3, 110-14, 310-15	C	
		Verificar que los circuitos para equipos mecánicos tengan el calibre del conductor y la protección contra sobrecorriente correctos	422, 424, 430 y 440	C	
	Contactos directos e indirectos	Verificar que se disponga de sistemas de prevención y protección contra contactos directos e indirectos.	Art. 40	C	
	Circuitos en vivienda	En las instalaciones eléctricas de las unidades de vivienda, verificar que contengan por lo menos los siguientes circuitos: Un circuito para pequeños artefactos de cocina, despensa y comedor. Un circuito para conexión de plancha y lavadora de ropa. Un circuito para iluminación y fuerza.	Art. 40	C	En los apartamentos se cumplen con el numero mínimo de circuitos
	Utilización	Las partes accesibles de los equipos eléctricos, no deben alcanzar temperaturas susceptibles de provocar quemaduras a las personas y deben satisfacer los límites recogidos en la Tabla 45 del RETIE	Art. 40	C	
	Identificación	Verificar que todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente, medios de desconexión y paneles de distribución estén identificados adecuadamente.	110-22, 230-70, 384-13	C	Paneles y circuitos debidamente identificados
		Verificar que los conductores cumplan con el código de colores	310-12 Art.11 (4)	C	
5	Métodos de alambrado				
	Métodos y materiales apropiados	Revisar las instalaciones de alambrado de conductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación de aire, en cuanto a los métodos y materiales apropiados.	300-22	C	
	Agrupamiento	Verificar que todos los conductores de un circuito estén agrupados.	300-3 (a) y (b)	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

	Aislamiento	Revisar los valores de aislamiento en donde conductores de diferentes sistemas comparten encerramientos comunes.	300-3(c)	C	
	Longitud	Verificar la longitud adecuada de los conductores libres en las cajas	300-14	C	
	Accesibilidad	Verificar que el acceso a equipos detrás de paneles removibles no se vea impedido por cables, canalizaciones y equipos	300-23	C	
	Uso de canalizaciones y bandejas	Verificar que las canalizaciones eléctricas y bandejas portacables se usen exclusivamente para conductores eléctricos.	300-8	C	La distribución a las diferentes zonas se realiza a través de la blindobarra, por lo las canalizaciones y bandejas son escasas.
		Verificar la continuidad e integridad de las canalizaciones y encerramientos metálicos	300-10	C	
		Verificar que las cajas estén aisladas en puntos de unión, empalme, salida, interruptores y de alambrado.	300-15	C	
		Verificar la ocupación de conductores en las canalizaciones	300-17	C	
		Verificar que las canalizaciones verticales tengan soportes de conductores adecuados.	300-19	C	
		Verificar que las tuberías, canalizaciones y canaletas cumplan con el uso permitido y la instalación adecuada.	341 a 351, Art. 17° (11)	C	
	Sujeción	Verificar que las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes estén asegurados firmemente en un sitio, sostenidos independientemente de los cielos rasos suspendidos y que no se usen como soportes.	300-11 y art. Aplicables del Cap. 3	C	
	Continuidad	Revisar la continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos ramales multiconductores.	300-13	C	
	Acometidas				
6	Numero de Acometidas	Verificar que cada edificación o estructura tenga solamente una acometida, o si hay mas de una, que las acometidas adicionales estén justificadas.	230-2	C	Solo tiene una acometida.
		Verificar que cada acometida aérea o subterránea alimente solamente un grupo de conductores de entrada de la acometida, o si hay más de uno, que los grupos adicionales estén justificados	230-40	C	
	Memoria de cálculo	Revisar el cálculo de la carga de la acometida y determinar el calibre mínimo de los conductores de la acometida	220, 230-42	C	El calibre de la acometida es adecuado para la

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

		Revisar la capacidad nominal y calibre adecuados de los conductores de la acometida	230-23, 230-31, 230-42	C	corriente estimada
	Métodos de alambrado	Verificar que los métodos de alambrado para los conductores de entrada de la acometida sean adecuados.	230-43, 230-202	C	
		Verificar que los métodos de alambrado de la entrada de la acometida sean adecuados y que tengan soporte y protección contra daños.	230-43, 230-50, 230-51	C	
	Medios de desconexión	Verificar que los medios de desconexión de la acometida y los dispositivos de protección contra sobrecorriente estén localizados en el exterior o interior, lo mas cerca posible del punto de entrada de los conductores de la acometida.	230-70, 230-91	C	La protección contra sobrecorriente de la acometida se encuentra ubicada en el poste donde se realiza la derivación de la red local, se encuentra dimensionada adecuadamente.
		Verificar que los medios de desconexión de la acometida estén agrupados, con un máximo de seis dispositivos en un solo lugar	230-71, 230-72, 384-16(a)	C	
		Verificar que se ha suministrado protección contra sobrecorriente de la acometida, que esté dimensionada apropiadamente y que sea parte del medio de desconexión o adyacente a él.	230-90, 230-91	C	
		Revisar las capacidades nominales del medio de desconexión de la acometida	230-79, 230-80	C	
	Accesibilidad	Verificar que haya accesibilidad, distancias de trabajo y espacios dedicados adecuados alrededor del equipo de la acometida	110-32, 230-91, 240-24	C	
	Profundidad de enterramiento	Revisar la protección y profundidad adecuadas del enterramiento de los conductores subterráneos	230-32, 230-49	C	
7	Circuitos Ramales				
	Protecciones	Revisar la protección apropiada contra sobrecorriente y las limitaciones sobre el número de dispositivos de sobrecorriente, de los paneles de distribución.	384-13 a 384-16	C	Las protecciones estan dimensionadas de acuerdo a su circuito y se respeta la capacidad de los paneles
		Revisar los conductores y la protección contra sobrecorriente, teniendo en cuenta las cargas continuas y no continuas, las cargas multisalidas y la capacidad de corriente y tamaños mínimos	210-19, 210-20	C	
	Capacidad nominal	Revisar las capacidades nominales apropiadas de los circuitos individuales y circuitos ramales multisalidas	210-3	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

		Revisar los circuitos ramales que alimentan tomacorrientes y otros dispositivos de salida, con respecto a las capacidades nominales permitidas de circuitos y tomacorrientes.	210-21, 210-24	C	Los tomas están acorde con los circuitos ramales
		Verificar que las cargas del circuito ramal no excedan las cargas máximas permitidas	220-4	C	
		Verificar que los circuitos ramales se usen para alimentar solamente las cargas permisibles con base en sus capacidades nominales	210-23	C	Los circuitos se encuentran bien dimensionados.
		Verificar que el número de circuitos ramales sea adecuado y que la carga este distribuida uniformemente entre los circuitos ramales	210-22	C	
		Revisar la conformidad con las limitaciones de tensión del circuito ramal	210-6	C	
	Identificación	Revisar el uso e identificación apropiados de los circuitos ramales multiconductores.	210-4	C	
		Verificar que los conductores cumplan con el código de colores	210-5, 310-12 Art. 11 (4)	C	
	Tomacorrientes	Revisar los tomacorrientes y alumbrado exigidos para el equipo mecánico	210-63, 210-70(c)	C	
		Verificar que haya tomacorrientes para todos los artefactos conectados con cordón y clavija, y donde se usen cordones flexibles	210-50	C	
		Verificar que los tomacorrientes de cuartos de baños y azoteas tengan protección GFI	210-8(b)	C	
	Distancias de Seguridad	Verificar el tamaño y las distancias de seguridad adecuadas para los circuitos ramales exteriores.	225-6, 225-18, 225-19	C	
	8 Alimentadores				
	Capacidad nominal	Verificar que los alimentadores sean al menos iguales al calibre mínimo permitido.	215-2	C	Los calibres se calculan de acuerdo a la carga. Se cumple el % de regulación
		Verificar que los conductores de los alimentadores, incluido cualquier conductor del neutro, sean adecuados para la carga.	220-10, 220-22	C	
		Verificar el dimensionamiento del dispositivo de sobrecorriente y del conductor del alimentador para cargas continuas y no continuas.	220-10, 215-3	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

9	Protecciones	Revisar que los soportes, distancias de seguridad y protección mecánica de los alimentadores exteriores sean adecuadas	225-15 a 225-20	C	
		Verificar que los alimentadores derivados de transformadores estén protegidos apropiadamente por dispositivos de sobrecorriente.	240-3(e) y (f), 240-21(c)	C	
		Revisar la protección contra sobrecorriente, la puesta tierra, los encerramientos apropiados y el numero de dispositivos de sobrecorriente de los paneles de distribución que alimentan o son alimentados por alimentadores	384-14 a 384-20	C	
	Medios de desconexión	Verificar que haya medios de desconexión en estructuras separadas para alimentadores tendidos en estructuras.	225-8(b)	C	
		Verificar que los medios de desconexión en estructuras separadas estén clasificados, ubicados e identificados apropiadamente.	225-8(c)(d)	C	
	Alimentadores y paneles de distribución				
	Memoria de cálculo	Revisar el cálculo de las cargas de los alimentadores y verificar que los conductores tengan las características adecuadas.	220, 310-15	C	
	Panales de distribución	Verificar que los paneles de distribución tengan capacidad nominal y protección adecuadas.	220, 384-14, 384-16	C	Ningún panel supera los 36 circuitos a todos se les respeta su capacidad máxima de ocupación
		Revisar los paneles de distribución de alambrado y artefactos en cuanto a la capacidad para circuitos	384-14, 384-15	C	
		Verificar que los paneles de distribución estén puestos a tierra mediante conductor de puesta a tierra de equipos adecuados y dimensionados apropiadamente	384-20	C	
	Puesta a Tierra	Verificar que los conductores puestos a tierra (neutro) del alimentador estén aislados y separados de los conductores de puesta a tierra de equipos y de encerramientos puestos a tierra	250-27, 310-2	C	El neutro y la tierra están aislados durante todo el recorrido eléctrico.
	Accesibilidad	Verificar que haya accesibilidad, espacios de trabajo y espacios dedicados adecuados alrededor de los paneles de distribución.	110-32, 240-24	C	
	Protecciones	Verificar que haya por lo menos el número mínimo de dispositivos de protección contra sobrecorriente y circuitos.	210-19, 210-20	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

10	Puesta a Tierra				
	Presencia	Verificar que la instalación cuente con un sistema de puesta a tierra	Art. 15	C	Ubicada debajo de la subestación.
	Conexión a equipos y elementos	Verificar que los artefactos, motores y otros equipos estén puestos a tierra	Art.250-42 a 250-45	C	
		Verificar que los tomacorrientes estén conectados equipotencialmente a las cajas metálicas y que los tomacorrientes, interruptores y placas frontales metálicas estén puestos a tierra.	250-74	C	Las cajas y placas frontales, son de PVC. Las partes metálicas de los paneles de distribución se encuentran puestas a tierra.
		Verificar los dispositivos de empalme en los conductores de puesta a tierra de equipos dentro de cajas y las conexiones equipotenciales a las cajas metálicas	250-74, 250-114	C	
		Verificar la puesta a tierra de los encerramientos de los paneles de distribución y las conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipos a los paneles de distribución.	384-20	C	
		Verificar los tipos apropiados de conductores de puesta a tierra de equipos.	250-91	C	
		Revisar las conexiones de los conductores de puesta a tierra de los equipos dentro de las cajas de salida.	250-114	C	
		Revisar la puesta a tierra de equipos, para cocinas y secadoras eléctricas	250-60	C	
	Memoria de cálculo	No se superen las tensiones máximas de contacto o de toque	Art.15, Tabla 21	NC	No hay registro del calculo de las tensiones de contacto
		Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.	Art.15, Tabla 21	C	
		Las conexiones que van bajo nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conector certificado para tal uso.	Art.15, Tabla 21	C	
		Verificar que no se haya usado el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento. No se permitirá el uso de sistemas monofilares.	Art.15, Tabla 21	C	
		Verificar que el conductor de puesta a tierra de los equipos para baja tensión, cumpla con la tabla 250-95 de la NTC 2050	Art.15	C	Los calibres son los indicados en la tabla

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

Continuidad	Verificar que el calibre del conductor puesto a tierra de la acometida sea adecuado	250-23(b)	C	
	Verificar que el conductor de puesta a tierra de equipos para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, haya sido seleccionado de igual manera que se selecciona el conductor del electrodo de puesta a tierra.	Art. 15	C	
	Verificar la continuidad e integridad del sistema de puesta a tierra	Art. 38 Numeral 7	C	
	Verificar que todas las puestas a tierra de un edificio estén interconectadas eléctricamente	Art. 15 Figura 10	C	
	Verificar que el encerramiento de cada unidad funcional de una subestación de media tensión tipo interior, este conectado al conductor de tierra de protección.	Art. 38 Numeral 7	C	
	Verificar la continuidad de los conductores del sistema de puesta a tierra, y cuando se empalmen, se deben emplear técnicas comúnmente aceptadas o elementos certificados para tal uso.	Art. 15	C	
	Verificar que el conductor de puesta a tierra de equipos, acompañe los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.	Art. 15	C	
	Verificar que la tubería metálica interior para transporte de agua está conectada equipotencialmente	250-80(a)	C	
	Verificar que se disponga de conexión a tierra en baja tensión mediante conexión sólida o impedancia limitadora. Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor.	250-27, Art. 40	C	
	Verificar que los armazones estructurales expuestos de la edificación estén conectados equipotencialmente	250-80(c), Art. 15 (2)	C	
Electrodos	Determinar cuales electrodos de puesta a tierra se encuentran disponibles y verificar que estén conectados equipotencialmente para conformar un sistema de electrodos de puesta a tierra.	250-81	C	Los electrodos de puesta a tierra son varillas de cobre desnudo de 2.4 mts de longitud.
	Verificar que los electrodos fabricados tengan el tamaño, tipo e instalación adecuados.	250-81 Art. 15 (2)	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

		Verificar que cada electrodo de puesta a tierra haya quedado enterrado en su totalidad	Art. 15	C	El conductor de la malla es calibre 4/0 cobre desnudo. Los empalmes se encuentran mediante conectores tipo cuña
		Verificar que no se use aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.	Art. 15	C	
		Verificar que no existan empalmes en los conductores del electrodo de puesta a tierra, a no ser que sea mediante soldadura exotérmica o conectores de compresión certificados, y que cualquier encerramiento metálico esté conectado equipotencialmente y sea eléctricamente continuo.	250-75, 250-92(c), Art. 15	C	
		Verificar que los conductores de los electrodos de puesta a tierra estén protegidos y asegurados	250-92(a)	C	
		Verificar el dimensionamiento adecuado del conductor o conductores del electrodo de puesta a tierra	250-93, 250-94, Art. 15	C	
		Verificar la accesibilidad de las conexiones de los conductores de los electrodos de puesta a tierra, incluidas las conexiones enterradas	250-26(c), 250-112, Art. 15 (2)	C	
	Punto de inspección (Domiciliarias)	En instalaciones domiciliarias, verificar que se tenga un punto de conexión accesible e inspeccionable	Art. 15	C	
	Puente de conexión equipotencial	Verificar que el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra de un circuito estén aislados entre sí. Sólo deben unirse en el origen de la instalación.	Art. 40	C	Están aislados durante todo el recorrido eléctrico.
		Verificar que el puente de conexión equipotencial principal en el tablero de acometida, esté instalado y que sea del calibre y tipo adecuados.	250-53(b), 250-79	C	
	Conexiones a partes vivas	Verificar que el sistema permita poner a tierra las partes vivas para ejecutar una maniobra plenamente confiable.	Art. 38 Numeral 7	C	
	Conexión a bajantes de apantallamientos	Verificar que si una parte conductora que conforma el sistema de puesta a tierra está a menos de 1,8 m de una bajante de pararrayos, debe ser unida a la bajante.	Art. 15	C	
	Señalización	Verificar que la posición de los elementos que realicen la puesta a tierra de la celda esté claramente identificada a través de un elemento que indique visualmente la maniobra de puesta a tierra de equipo.	Art. 38 Numeral 7	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

	Color del conductor	Verificar que los conductores de puestas a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, sean de color verde, verde con rayas amarillas o con marcas verdes en los puntos de inspección y extremos.	Art. 15	C	Donde el cable no es de color verde esta demarcado con cinta verde.
11	Protección con Rayos				
	Memoria de cálculo	Verificar que la protección contra rayos esté basada en la aplicación de un Sistema Integral de Protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos.	Art. 42	C	El diseño se realiza con el sistema de la esfera rodante
		Verificar que exista un diseño de protección contra rayos y que se soporte en la evaluación del nivel de riesgo, para el sitio en particular donde se ubique la instalación	Art. 42	NC	No se encuentra la evaluación del nivel de riesgo
	Anillo equipotenciales	Verificar que se disponga de anillos equipotenciales para protección contra rayos	Art. 15	C	
	Conexión de elementos metálicos	Verificar que cualquier elemento metálico de la edificación que se encuentre expuesto al impacto del rayo, como antenas de televisión chimeneas, torres de comunicación, y cualquier antena o tubería que sobresalga sea tratado como un terminal de captación.	Art. 42	C	
	Bajantes	Verificar que cada una de las bajantes termine en un electrodo de puesta a tierra, estén separadas un mínimo de 10m y siempre buscando que se localicen en las partes externas de la edificación	Art. 42	C	
	Material	Verificar que las bajantes del sistema de protección contra rayos cumplan los requisitos de la Tabla 47 del RETIE.	Art. 42 Tabla 47	C	4 bajantes de ASCR 2/0
12	Dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS)				
	Localización	Verificar que hayan sido instalados en toda subestación y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión.	Art.17 Numeral 6, Figura 18	C	
	Calibre de conductores	Verificar que en baja tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no sean de calibre inferior a 14 AWG en cobre. En media los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.	Art.17 Numeral 6, Figura 18	C	En baja tensión 12 AWG
	Instalación	Verificar que los DPS estén instalados en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.	Art.17 Num 6 Fig 18	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

13	Tableros de distribución, cajas de corte y tableros de medidores enchufables				
	Puesta a Tierra	Verificar que los tableros de distribución estén conectados a tierra mediante un barraje terminal para el cable del alimentador.	Art.17 Numeral 9	C	Las partes externas de los paneles están aterrizadas
		Verificar que todas las partes externas del panel estén puestas solidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales identificados con el símbolo de puesta a tierra	Art.17 Numeral 9	C	
	Identificación	Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, corriente nominal de operación, numero de fases, numero de hilos(incluyendo tierra y neutro), razón social o marca registrada del fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico, cuadro para identificar los circuitos.	Art.17 Numeral 9	C	Los paneles de distribución están debidamente identificados, indican la posición de las cuñas
		Verificar que todo tablero de distribución indique la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.	Art.17 Numeral 9	C	
	Posición en las paredes	Verificar que los gabinetes en las paredes estén a nivel con la superficie terminada	373-3	C	
	Aberturas no utilizadas	Revisar que las aperturas no utilizadas estén tapadas	373-4	C	
	Conductores	Verificar que los cables estén asegurados a los gabinetes y cajas de corte, o que se cumplan las condiciones para los cables con forro no metálico	373-5(c)	C	
		Verificar el espacio para alambrado y doblado en los gabinetes y cajas de corte	373-6	C	
	Espacios de trabajo	Revisar que en los gabinetes y cajas de corte haya espacio adecuado para los conductores y para los empalmes y derivaciones.	373-7 y 373-8	C	
14	Cajas y conduletas				
	Utilización	Revisar el espacio adecuado para los conductores en cajas y conduletas	370-16	C	
		Verificar que las canalizaciones y cables estén asegurados a las cajas	370-17	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

		Revisar que las aberturas no utilizadas estén tapadas	370-18	C	
	Instalación	Verificar que las cajas en paredes y techos estén a nivel con la superficie terminada	370-20	C	Las Cajas están a nivel con la superficie terminada, están debidamente cubiertas.
		Verificar que las cajas estén aseguradas y sostenidas firmemente	370-23	C	
		Revisar la integridad de las cajas de salida para accesorios de alumbrado	370-27 (a)	C	
		Revisar la instalación de las cajas usadas para sostener los ventiladores de techo	370-27(c) y 422-18	C	
	Tapas o cubiertas	Revisar que todas las cajas tengan tapas o cubiertas	370-25 y 370-28(c)	C	
	Accesibilidad	Verificar que todas las cajas sean accesibles	370-29		
	Cajas para alumbrado	Verificar que las cajas utilizadas en las salidas para artefactos de alumbrado estén diseñadas para esto. No se permiten cajas rectangulares.	Art. 17 Numeral 12	C	Las cajas usadas para alumbrado son octogonales.
	Medios de soporte	Verificar que los medios de soporte para las cajas no metálicas estén fuera de la caja o separados físicamente del contacto con los conductores	370-43	C	
15	Tuberías, canaletas y canalizaciones				
	Utilización	En edificaciones de mas de tres pisos, verificar que las tuberías eléctricas no metálicas plegables, corrugadas y de sección circular, vayan ocultas y los materiales constructivos usados tengan una resistencia al fuego mínimo de 15 minutos, excepto si se tiene un sistema contra incendio en toda la edificación.	Art. 17 Numeral 11	C	Toda la tubería eléctrica va oculta, excepto en los pisos de parqueadero.
		Verificar que no se haya utilizado tubería eléctrica no metálica como soporte para aparatos , enterrada directamente en el piso, ni para tensiones mayores a 300V, a no ser que estén certificados para ese uso o mayor tensión	Art. 17 Numeral 11	C	
		Verificar que no se haya instalado tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos a daños físicos severos o a la luz solar directa, si no esta certificada para ser utilizada en tales condiciones y tipo de aplicación.	Art. 17 Numeral 11	C	La tubería eléctrica de la instalación es no metálica y no se encuentra expuesta a daños físicos.
		Verificar que no se hayan instalado canaletas no metálicas en instalaciones ocultas, donde estén sujetas a severos daños físicos, en los espacios vacíos de ascensores.	Art. 17 Numeral 11		

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

Cables subterráneos					
16	Empalmes	Verificar que los empalmes y derivaciones entre conductores sean accesibles	Art. 38 Numeral 8	C	
	Canalizaciones	Verificar que no se tengan canalizaciones (con excepción de las construidas para tal fin) o cables sobre el nivel del suelo terminado	Art. 38 Numeral 8	C	
	Transiciones	Verificar que todas las transiciones entre tipos de cable, las conexiones a la cara o las derivaciones sean realizadas en cámaras o cajas de inspección que permitan mantener las condiciones o grados de protección aplicables.	Art. 38 Numeral 8	C	
Cintas Aislante					
17	Color	Verificar que las cintas aislantes usadas en instalaciones eléctricas exteriores hasta un nivel de tensión de 600V, sean de color negro	Art. 17 Numeral 4.1	C	
Tomacorrientes					
18	Utilización	Verificar que los tomacorrientes se usen dentro de sus capacidades nominales	410-56	C	Se respetan las capacidades nominales de los tomacorrientes. Uso de tomacorrientes GFCI en baños
	Uso en lugares húmedos	Verificar que los tomacorrientes instalados en lugares húmedos o para uso en la intemperie tengan un grado de encerramiento adecuado par la aplicación y condiciones ambientales que se esperan. Los tomacorrientes instalados en lugares sujetos a la lluvia o salpicadura del agua deben tener una cubierta protectora o encerramiento a prueba de intemperie	Art. 17 Numeral 5	C	
	Placa y tapa	Verificar que los tomacorrientes estén instalados con su respectiva placa, tapa o cubierta; estos materiales deben ser de alta resistencia la impacto.	Art. 17 Numeral 5	C	
	Conexión	Verificar que los tomacorrientes estén conectados a los conductores de manera segura	Art. 17 Numeral 5	C	
	Identificación	Verificar que los tomacorrientes estén identificados según el uso mediante colores y marcaciones respectivas en el cuerpo del tomacorriente	Art. 17 Numeral 5	C	
	Instalación	Verificar que los tomacorrientes en cajas tengan sus orejas de fijación asentados contra la superficie de la pared o de la caja	410-56(f)	C	

REVISIÓN EN RETIE DEL EDIFICIO HORIZONTE

.....

19	Interruptores Manuales (Baja tensión)				
	Selección	Verificar que los interruptores manuales estén especificados a la corriente y tensión nominal del equipo	380-14 Art17 Numeral 7	C	Interruptores bien dimensionados. Caja de PVC.
	Puesta a Tierra	Verificar que los interruptores manuales tengan la caja metálica solidamente conectada a tierra	380-2 Art.17 Numeral 7	C	

6. CONCLUSIONES

Una vez realizada el trabajo de inspección y de acuerdo a los resultados mostrados por el análisis de planos y la visita en campo del edificio horizontes se observa que la instalación cumple con los requerimientos del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.

El diseño eléctrico de las instalaciones del edificio Horizonte se reviso de acuerdo a la NTC 2050 cumpliendo esta con los lineamientos planteados en la norma. No se observo cálculo de las tensiones de contacto de paso ni transferidas.

Se verifico el uso de productos certificados en la instalación, por omisión el contratista no solicita de manera inmediata los certificados de producto a los proveedores, practica que debe adquirir para cumplir con las exigencias del RETIE en este aspecto.

De acuerdo a lo anterior, el contratista cumple con casi todas las exigencias del reglamento, mostrando un muy buen nivel y una sólida posición frente a la realidad de la ingeniería eléctrica desde la vigencia del RETIE.

7. REFERENCIAS

- [1]** Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050 primera actualización, Editada por ICONTEC, 1998.
- [2]** Diseño Eléctrico y Planos, Edificio Horizonte, León Hernández y Cia S. en C.
- [3]** Memorias de Cálculo y Cuadros de Carga, Edificio Horizonte, León Hernández y Cia S. en C.
- [4]** Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, Ministerio de Minas y Energía, segunda edición.